

塑料光纤（POF）在工业控制中的应用

一、前言

随着计算机和自动控制技术的高速发展，工业自动化水平提高到一个崭新的高度。工业自动化根据其特点和使用方向可分为过程控制自动化、面向生产和制造业的自动化以及自动化测量系统（工业测量仪表）。这些工业自动化系统的建立和发展都有一个共同特点，即由直接控制系统向集散型控制系统发展，而这种集散型控制系统的发展都是以各种工业网络为基础。通过这些形形色色的工业总线系统，各种工业设备构成一个既分散又统一的整体。现场总线是连接智能化现场设备和控制室之间全数字化、开放的双向的局部通信网络。现场总线种类很多，据不完全统计，目前国际上有 60 多种现场总线形式，常用的有 Interbus、Profibus、Modbus、DeviceNet、ControlNet、CAN、CC-link、SERCOS 等。

现场总线规定的传输介质是双绞线、光缆、红外线等，目前塑料光纤（缆）也已经成为工业总线中可以采用的传输介质。

现场总线 Profibus，即 Process fieldbus，它自 1984 年开始研制现场总线产品，经过十多年的开发、生产和应用，Profibus 已成为欧洲首屈一指的开放式现场总线系统。目前 PNO（Profibus 用户组织）已拥有 600 多个成员，生产近千种产品。Profibus 产品在欧洲市场占有率大于 40%，广泛应用于加工自动化、楼宇自动化、过程自动化、发电与输配电等领域。

INTERBUS 总线：INTERBUS 作为 IEC61158 标准之一，广泛地应用于制造业和机器加工行业中，用于连接传感器/执行器的信号到计算机控制站，是一种开放的串行总线系统。INTERBUS 总线于 1984 年推出，其主要技术开发者为德国的 PhoenixContact 公司。

CAN 总线：CAN 总线最早是由德国 Bosch 公司推出，用于汽车内部测量与执行部件之间的数据通信协议。其总线规范已被 ISO 国际标准组织制定为国际标准，并且广泛应用于离散控制领域。CAN 总线的传输介质可以是双绞线、光纤和同轴电缆。

SERCOS(serial real time communication specification)是一种用于数字伺服和传动系统的现场总线接口和数据交换协议，能够实现工业控制计算机与数字伺服系统、传感器和可编程控制器 I/O 口之间的实时数据通讯。SERCOS 总线是一种

开放式的运动控制总线，其接口协议已经成为用于开放式运动控制的国际标准。这种总线具有完全开放的通讯结构、严格的同步机制和极佳的抗干扰能力，在恶劣的环境下能够可靠的实现对多轴运动的实时同步控制。1995年，SERCOS接口协议被批准为 IEC1491 SYSTEM-Interface 国际标准。它也是目前用于数字伺服和传动系统数据通讯的唯一国际标准，在各种数控机床设备中获得了广泛的应用。SERCOS 可以采用塑料光纤，相邻站点间最大距离可达 80m。

变电站自动化系统协议 IEC60870-5-103 中，规定可采用塑料光纤：阶跃型 (Step-index)，纤芯直径和包层直径分别为 980 和 1000 μm ，光波长为 660nm，典型距离为 40m，温度范围为 $-5\sim+55^{\circ}\text{C}$ 。

二、POF 在工业控制中的具体应用

对 POF 来说，工业控制总线系统是其最稳定和最大的市场之一。通过转换器，POF 可以与 RS232、RS422、100Mbps 以太网、令牌网等标准协议接口相连，从而在恶劣的工业制造环境中提供稳定、可靠的通信线路，高速传输工业控制信号和指令，避免了因使用全金属电缆线路受电磁干扰而导致通信中断的危险。

例如德国 igus®公司采用塑料光纤生产的工业控制用 POF 光缆，应用于如下领域：

- 高负载
- 最大 EMC 保护性
- 几乎不受油的影响
- 主要用于室内
- 特别适用于悬浮行程和长达 15 米以上的长行程
- 适用于木材加工设备、包装行业，供应系统，运输，调整机构。

缆普公司生产的 HITRONIC® 塑料光缆适用于工业控制系统中计算机及外设的接口延伸，用于对高柔性有要求的场合中的光学信号传输，如拖链及声音系统。传输长度 60m，波长 660nm。

Avago Technologies (安华高科技) 的 AFBR-5978Z 是一款 650nm 的 LED 光纤收发器，可使系统设计师在标准带宽为 0.5 NA (数值孔径, numerical aperture) 的 1mm 塑料光纤(POF, Plastic Optical Fiber)上，实现 500 kbps 到 125 Mbps (在数据速率之间自动平衡) 的快速以太网。采用 1mm POF，该收发器可在 50 米的连

接距离内满足典型工业快速以太网的需求。

北京希曼顿自动化研究所推出了高性价比塑料光纤收发器(FOT)，其内部微LED芯片为日本进口。这些收发器速率可以达到 12Mbps，最远距离可以达到 150 米（速率 5Mbps）是高压变频、变压变频等复杂工业控制环境的理想选择，收发器的体积小质量轻可以很方便地集成到工业控制模块中。该产品主要用在高压变频、变压变频等复杂工业控制环境的通讯中。

三、工业控制系统对 POF 的要求

由于在工业控制系统中，环境复杂多变，因此对 POF 光缆的要求有别于通常在室内应用的塑料光缆，如消费电子和光纤到桌面方面的应用。要求 POF 光缆更加强韧、耐磨耐油，阻燃等，因此 POF 光缆的设计尤为重要。通常是通过增加护套的层数、厚度以及选用强度高、韧性好，耐油耐磨、阻燃的塑料来实现的。工业控制系统中采用的塑料光纤也是标准芯径 $\Phi 1\text{mm}$ ($1000\mu\text{m}$) 的 PMMA 光纤。护套材质有 PUR（聚氨酯）、尼龙、阻燃 TPU 等，同时还可加入抗张力纵向芳香尼龙纤维来增加强度。

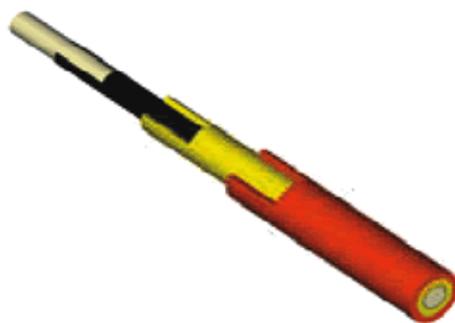


图 1.双层尼龙护套 POF 光缆（图片来源 Rosendahl Maschinen GmbH）